

**METHOD FOR CLEANING INLET MIXER IN-SITU****Patent number:** JP7055986**Publication date:** 1995-03-03**Inventor:** MONSERUD DAVID O; CHARNLEY JAMES E;  
MICHAEL CHESTER MACDONALD; DAVID E STEELE;  
GUNNAR V VATVEDT; DAVID H BOTHELL; PAUL H  
TACHERON**Applicant:** GENERAL ELECTRIC CO <GE>**Classification:****- International:** G21C15/25**- european:****Application number:** JP19940102456 19940517**Priority number(s):****Also published as:**

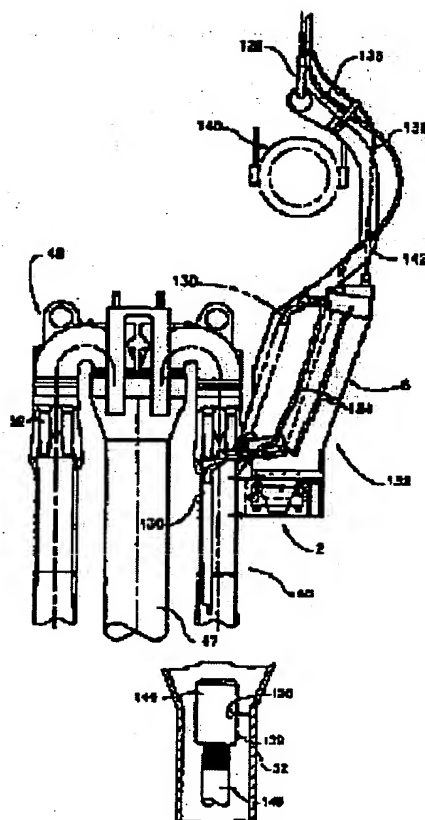
US5361286 (A1)

JP2003270380 (A)

**Abstract of JP7055986**

**PURPOSE:** To enable cleaning an inlet mixer nozzle at an operating position by inserting a hydraulically driven cleaning tool into the inlet mixer nozzle from a secondary inlet opening, and ejecting ultrahigh pressure water to the inner surface thereof.

**CONSTITUTION:** A nozzle cleaning tool/fixture assembly 6 is lowered to the position of a fixture 2 by a chucking hook 128, and a nozzle cleaning tool 130 is inserted into an inlet mixer 46 from a secondary inlet opening via a guide slot 134, the cleaning head 144 of the tool 130 being positioned beneath a nozzle section 52. When a lead screw 148 is turned the head 144 moves up and down, going into and out of the nozzle 52. Then ultrahigh pressure water is supplied into the tool 130 via an ultrahigh pressure water hose 136, and as the head 144 is spirally moved up and down a water jet 159 is ejected from a nozzle 158 to the inner surface of the nozzle 52 so that deposited scales are removed by the impact thereof.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-55986

(43) 公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) IntCl.<sup>4</sup>

G 2 1 C 15/25

識別記号

G D B

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数20 OL (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平6-102456

(22) 出願日 平成6年(1994)5月17日

(31) 優先権主張番号 0 6 3 5 9 5

(32) 優先日 1993年5月19日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390041542

ゼネラル・エレクトリック・カンパニ  
GENERAL ELECTRIC CO  
MPANY

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
クタディ、リバーロード、1番

(72) 発明者 デビット・オリバー・モンセラド

アメリカ合衆国、ワシントン州、シアトル、  
エヌ・ダブリュ・セブンティース、  
3026番

(74) 代理人 弁理士 生沼 徳二

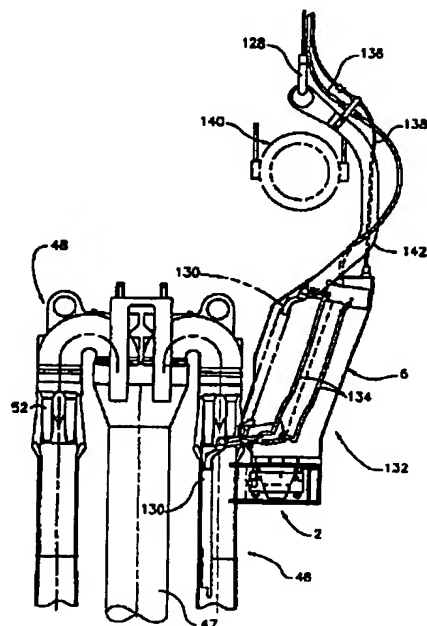
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インレットミキサーをインサイチュクリーニングする方法

(57) 【要約】

【目的】 原子炉内で作動位置にあるインレットミキサーをそのままの位置でクリーニングする方法が提供される。

【構成】 リモートコントロールにより、水力で駆動されるクリーニングツールを二次インレット開口を介してインレットミキサー中に挿入しウォータージェットによりその内面をクリーニングする。本発明の方法を実施するためのクリーニングシステムは、ノズルクリーニングツールと、スロート/バレル/フレアクリーニングツールと、設置されたクリーニングツールに超高圧および低圧の水を供給するポンプシステムと、開放された原子炉容器の頂部に配置され水導管（動力）、コントロールケーブル、モニターケーブル（装置）、およびクリーニングツールをインレットミキサーの中に入れたり出したりするための発進系、ならびにコンピュータ化されたプロセスモニター・コントロールシステムとを含んでいる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液体に浸漬している管状部品の内面からスケールを除去するための方法であって、前記内面に衝突した時にその内面から堆積したスケールを除去するのに十分な超高压を有する液体のジェットを出力することができるツールを前記管状部品の内部に設置し、超高压の液体を前記ツールに供給し、そして前記ツールを操作して前記液体ジェットを前記内面に渡って走査することを含む方法。

【請求項2】 前記超高压が少なくとも20,000psiに等しい、請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記管状部品が沸騰水型原子炉のインレットミキサーのノズルであり、前記液体が水である、請求項2記載の方法。

【請求項4】 前記走査工程を、親ネジを駆動して前記親ネジがネジ結合されている固定ナットに対して回転させることによって実施し、前記超高压水が前記親ネジの中空シャフトを通して流れウォータージェットの形態でノズルから出、前記親ネジの回転中に前記ウォータージェットがらせん経路に沿って前記内面に衝突する、請求項3記載の方法。

【請求項5】 さらに、親ネジの回転量を表わすフィードバック電気信号を出力する工程を含む、請求項4記載の方法。

【請求項6】 前記管状部品が沸騰水型原子炉のインレットミキサーのスロートまたはバレルまたはフレアセクションであり、前記液体が水である、請求項2記載の方法。

【請求項7】 さらに、第一および第二の複数の引込めた集中アームを駆動して前記スロートまたはバレルまたはフレアセクションの壁に当接するように回転して前記ツールの軸を前記インレットミキサーの軸と整合する工程を含んでおり、スイベルハウジングを駆動して前記ツールの軸の回りに回転させることによって前記走査工程を実施し、前記超高压水が前記回転可能なスイベルハウジング上に載置されたアームの中空シャフトを通して流れウォータージェットの形態でノズルから出、前記スイベルハウジングの回転中に前記ウォータージェットが円形軌道に沿って前記内面に衝突する、請求項6記載の方法。

【請求項8】 さらに、前記インレットミキサー内部で前記ツールの高さを変更する工程を含んでおり、前記アームが方位面内で前記スイベルハウジングに対して回転可能であり、前記アームの傾斜角が前記第一の複数の集中アームの傾斜角に応じて変化し、前記第一の複数の前記集中アームの前記傾斜角自体は前記第一の複数の前記集中アームが当接している前記壁の半径に応じて変化する、請求項7記載の方法。

【請求項9】 さらに、二次インレット開口を通る所定

の経路を通して前記インレットミキサーの外部にある出発位置から前記インレットミキサーの内部にあるクリーニング位置まで前記ツールを案内することによって前記ツールを前記インレットミキサー中に挿入する工程を含んでおり、前記所定の経路が挿入具のガイドスロットによって規定されている、請求項3記載の方法。

【請求項10】 さらに、前記インレットミキサーの外側に取付け具を掘付けする工程を含んでおり、前記挿入具は解放自在に前記取付け具に引掛けることができる、請求項9記載の方法。

【請求項11】 さらに、前記掘付け工程に先立ち位置決め具を用いて前記取付け具を前記インレットミキサーに対して所望の位置に位置決めする工程を含んでおり、前記位置決め具は解放自在に前記取付け具に引掛けることができる、請求項10記載の方法。

【請求項12】 原子炉内で水に浸漬しているインレットミキサー内のノズルの内面からスケールを除去するための方法であって、前記内面に衝突した時にその内面から堆積したスケールを除去するのに十分な超高压を有する水のジェットを出力するクリーニングヘッドを有するツールを前記インレットミキサーの内部に設置し、前記クリーニングヘッドを前記ノズル中に挿入し、超高压の水を前記ツールに供給し、そして前記ツールを操作して、前記クリーニングヘッドに前記超高压のウォータージェットを前記ノズルの前記内面に渡って走査させることを含む方法。

【請求項13】 前記超高压が少なくとも20,000psiに等しい、請求項12記載の方法。

【請求項14】 前記超高压ウォータージェットの回転走査を、親ネジを駆動して前記親ネジがネジ結合されている固定ナットに対して回転させることによって実施し、前記親ネジの回転は前記低圧水の水力により駆動され、前記超高压水が前記親ネジの中空シャフトを通して流れ前記ウォータージェットの形態で前記クリーニングヘッド内のノズルから出、前記親ネジの回転中に前記ウォータージェットがらせん経路に沿って前記内面に衝突する、請求項12記載の方法。

【請求項15】 さらに、親ネジの回転量を表わすフィードバック電気信号を出力する工程を含む、請求項14記載の方法。

【請求項16】 原子炉内で水に浸漬しているインレットミキサーのスロートまたはバレルまたはフレアセクションの内面からスケールを除去するための方法であって、前記内面に衝突した時にその内面から堆積したスケールを除去するのに十分な超高压を有する水のジェットを出力するクリーニングヘッドをアームの末端に有するツールを、前記ツールの軸が前記インレットミキサーの軸に整合するように前記インレットミキサーの内部で集中位

置に設置し、

前記アームを方位面内で、前記ウォータージェットが衝突する前記内面の半径が増大するにつれて増大する角度で傾斜させ、

超高压の水を前記ツールに供給し、

前記超高压のウォータージェットを前記内面に渡って走査することを含む方法。

【請求項17】 前記超高压が少なくとも20,000 psiに等しい、請求項16記載の方法。

【請求項18】 前記設置工程が、第一および第二の複数の引込めた集中アームを駆動して前記スロットまたはバレルまたはフレアセクションの壁に当接するように回転する工程を含んでおり、前記アームを駆動して前記ツールの軸の回りに回転させることによって前記走査工程を実施し、前記超高压水が前記アーム内の中空シャフトを通して流れウォータージェットの形態でノズルから出、前記アームが前記ツールの軸の回りに回転する間に前記ウォータージェットが円形軌道に沿って前記内面に衝突する、請求項17記載の方法。

【請求項19】 さらに、前記インレットミキサー内部で前記ツールの高さを変更する工程を含んでおり、複数の高さの各々で前記アームを駆動して前記ツールの軸の回りに回転させることによって前記走査工程を実施する、請求項18記載の方法。

【請求項20】 前記アームが前記第一の複数の前記集中アームに機械的に連結されていて方位面内における前記アームの傾斜角が前記第一の複数の前記集中アームの傾斜角に依存して変化するようにになっており、前記第一の複数の前記集中アームの前記傾斜角自体は前記内面のうち前記第一の複数の前記集中アームが当接する部分の半径に依存して変化する、請求項19記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は一般に沸騰水型原子炉（「BWR」）内の構成部品のクリーニング（清浄化）に係る。特に本発明はBWRのインレットミキサーからそこに堆積したスケールを除去することに関する。

【0002】

【従来の技術】 通常のBWRの場合（図1参照）、核燃料の炉心（コア）は水によって冷却されている。給水は給水口12と給水スパーチャ14を通して原子炉圧力容器（RPV）10内に入る。この給水スパーチャは、RPVの中で給水を周囲に分配するのに適した穴を有するリング状のパイプである。コアスプレー口11は、コアスプレーライン13を介してコアスプレースパーチャ15に水を供給する。給水スパーチャ14を通った給水は、RPV10とコアシュラウド18との間の環状領域である環状降水管16の中を流れて下へ流れる。コアシュラウド18は、たくさんの燃料集合体22（図1では2×2本の集合体が2つだけ示されている）からなる炉

心20を取り囲むステンレススチール製の円筒である。各々の燃料集合体はその頂部がトップガイド19によって、またその底部がコアプレート21によって支持されている。環状降水管16を通して流れる水はその後炉心下部プレナム24まで流れる。

【0003】 次いで水は炉心20内部に配置されている燃料集合体22に入り、そこで沸騰境界層（図示していない）が形成される。水と蒸気の混合物はシュラウドヘッド28の下の炉心上部プレナム26に入る。炉心上部プレナム26は、炉心20を出る蒸気-水混合物と垂直スタンドパイプ30に入る蒸気-水混合物とを隔離している。この垂直スタンドパイプはシュラウドヘッド28の最上部に設置されており、炉心上部プレナム26と流体連通している。

【0004】 蒸気-水混合物はスタンドパイプ30を通り抜け、蒸気分離器32に入る。この蒸気分離器は軸流遠心型である。こうして分離された液体の水は次いでミキシングプレナム33で給水と混合され、その後この混合物は環状降水管を介して炉心に戻される。蒸気は蒸気乾燥器34を通過し、スチームドーム36に入る。この蒸気は蒸気出口38を介してRPVから抜き出される。

【0005】 このBWRはまた、所要の出力密度を得るのに必要な強制対流を炉心全体に生じさせる冷却材再循環系も含んでいる。水の一部は環状降水管16の下端から再循環水出口43を介して吸引され、遠心式再循環ポンプ（図示していない）により強制的に再循環水入口45を介してジェットポンプアセンブリ42（ひとつだけを図に示してある）中に導かれる。BWRは再循環ポンプを2つもっており、それぞれにより複数のジェットポンプアセンブリ用の駆動流が得られる。加圧された駆動水は入口立上り管47、エルボ48、さらにインレットミキサー46をこの順に流れて各ジェットポンプノズル44に供給される。一般的なBWRはインレットミキサーを16〜24個もっている。

【0006】 典型的なBWRインレットミキサー46の構造の詳細を図2と図3に示す。インレットミキサーは、エルボ48の出口から始めて、プレノズルセクション50、インレットミキサーの軸の回りに等角度で並んだ5個のノズル52を含むノズルセクション、スロットセクション54、バレルセクション56、フレアセクション58、すべり継手60をこの順に含んでいる。各ノズルにはその出口にテーパがついており、その結果ノズルは最大直径 $d_1$ と $d_1$ より小さい出口直径 $d_2$ とをもっている（図3参照）。

【0007】 二次インレット開口62が5個、インレットミキサーの軸の周りに等間隔で円周に配布されている。これらの二次インレット開口はノズル出口の外側で放射状に位置している。したがって、水のジェットがノズル52を出るとき、環状降水管16からの水が二次インレット開口を介してインレットミキサー中に引き込ま

れ、そこで再循環ポンプ（図示してない）からの水と混合される。

【0008】原子炉の運転中にインレットミキサー内のすべり継手60の端から8インチのノズルセクションまでのすべての表面を含めたインレットミキサーの臨界的な表面上にスケールが形成されることが経験によって示されている。このスケールが堆積することは重大な問題である。すなわち、スケールが堆積すると冷却材流が失われると共に原子炉の出力が低下するが、これは原子力を利用する公益事業にとって非常なコスト高となる。

【0009】コアシュラウド18と原子炉圧力容器10との間の環状の空間（ここにインレットミキサーが配置されている）はアクセスするのが困難である。しかも、インレットミキサーは複雑な表面をしており、かつ放射能を帯びているため機械的にクリーニングすることもほとんど不可能である。今日この問題に対処する化学的クリーニング方法は考えられていない。さらに化学品はそれ自体が多くの原子炉立地場所に許容されない程の廃棄の問題を惹起している。現在、スケールの付着・成長を阻止することができる唯一の方法はインレットミキサーを新しいものと交換することである。しかし、インレットミキサーを交換するのは次の理由により費用と時間がかかる。（1）新しいインレットミキサーを建設するには一年以上かかる。（2）インレットミキサーの設置の間長期間に渡り原子炉を停止しなければならない。

（3）古くなったインレットミキサーは放射性であるのでそれを捨てるには特別な取扱・貯蔵手順を必要とする。

【0010】

【発明の概要】本発明は、以上の問題を解決するために、インレットミキサーが原子炉内部でその作動位置にある状態でこれらインレットミキサーをクリーニングする（これを「インサイチュクリーニング（現場での清浄化）」という）方法を提供する。本発明の好ましい態様によると、水力駆動クリーニングツールをリモートコントロールにより二次インレット開口を介してインレットミキサー中に挿入する。クリーニングツールの挿入後、超高圧源で生成し、ウォータージェットノズルを有するクリーニングヘッドの位置を調整して配向させた、ウォータージェットでインレットミキサーの内面をクリーニングする。本明細書中で使用する「超高圧（UHP）」という用語は少なくとも20,000psiに等しい圧力を意味するものとする。

【0011】本発明のクリーニング法は、次の構成部品、すなわち、ノズルクリーニングツールおよびスロット/パレル/フレア（「TBF」）クリーニングツール（これらは互換的に設置して2つの異なるクリーニング作業を実施することができる）、インレットミキサー内に挿入するのに適した正確な位置および配向にクリーニングツールを誘導する互換性治具のセット、互換性治具

の各々をインレットミキサー上に支持するための取付け具、取付け具を正確な方位・軸位に配置するための位置決め具、設置されたクリーニングツールにUHPおよび低圧の水を供給するためのポンプシステム、開放された原子炉容器の頂部に配置されており、水導管（動力）、コントロールケーブル、モニターケーブル（装置）およびクリーニングツールをインレットミキサー中に供給したりインレットミキサーから出したりするための発進系、ならびにクリーニングプロセスを制御・監視するためのコンピューター化されたプロセスモニター・コントロールシステムを含むシステムを用いて実施される。

【0012】ウォータージェットクリーニングではUHP水を使用して、インレットミキサーの内面上に堆積したスケールを除去する。このUHP水は、導管を介して、クリーニングしようとする表面を走査するウォータージェットノズルを有するクリーニングヘッドに供給される。このUHPウォータージェットの衝撃により、このウォータージェットが衝突する内面からスケールが除去される。ノズルクリーニングツールは、インレットミキサーノズルの内面をクリーニングするのに使用する。TBFクリーニングツールは、インレットミキサーのスロットセクション、パレルセクションおよびフレアセクションの内面をクリーニングするのに使用する。

【0013】

【発明の詳細な開示】本発明の方法ではノズルクリーニングツール/フィクスチャセンプリ6またはTBFクリーニングツール/フィクスチャセンプリ8が取付け具2によってインレットミキサー46に取付けられる（図4参照）。UHP水は、UHPポンプ66により、ホースリール70から巻戻された複数のアンピリカル（ヘその緒）68のうちのひとつを介してクリーニングツールに供給される。低圧水（たとえば600psi）は空気圧で作動するインテンシファイアポンプ72によって供給される。このポンプは水圧コントロールパネル74によって制御される。このシステムのモーターに対する電力と感知は、ホースリール70に取付けられた電気接続箱76に接続された別のアンピリカルによって供給される。中央コンピュータコントロールシステム78により、クリーニングツールの位置と配向を制御・記録し、クリーニングツールや関連の治具にUHP水と低圧水を供給したり止めたりする。場合により、460V60Hzまたは380V50Hzが利用できないならば変圧器82によって電力をUHPポンプ66とモニターシステム80（TVモニタ、文字発生器およびビデオカセットレコーダを含む）に供給する。

【0014】ホースリール70、ポンプ72、水圧コントロールパネル74、およびモニタ装置80は燃料交換プラットフォーム84上に設けられており、このプラットフォームは一對のトラック86に沿って並進運動可能である。UHPポンプ66、コンピュータコントロール

システム78、変圧器82、およびトラック86は燃料交換フロア上に設置されている。

【0015】UHPクリーニングの間、インレットミキサー内の水に分散した付着スケールのかすはインレットミキサー46の内面から除かれ、インレットサクショ

ンライン90を介してフィルタ/ポンプ88によって吸引除去される。このポンプは低圧(すなわち約100psi)で作動する。かすはフィルターに集められる。濾過された水は、吐出ポンプ92によってプールに戻る。

【0016】図5に示されているように取付け具2は10

対のクランプアーム100をもっており、このアームは各々が一對のクランプシリンダ102(各対のうちのひとつのシリンダだけが見える)によって駆動される。クランプアーム100は、アンピリカル101(図15参照)を介して受容した調節低圧水に反応してインレットミキサー46に固定される。一對の位置決めピン106、106'をもつベース104はローラ108上を取付け具のフレームに対して摺動する。ベース104は、アンピリカル111(図7に示す)を介して受容した低

圧水を使用してベースロックシリンダ107を駆動させることにより所望の位置にロックされる。このロックされた状態で、ベース104から伸びているロックピン105がベースロックシリンダにより固定される。

【0017】取付け具は、固定する前に、インレットミキサーに対する相対位置を正確に決めなければならない。というのは、その後の操作においてこの取付け具は、二次インレット開口62を介してそれぞれのクリーニングツールを案内しなければならないノズルクリーニングフィクスチャとTBFクリーニングフィクスチャの40

ための唯一の支持体となるからである。インレットミキサーに対する取付け具の位置決めとその取付け具に対するスライドベースの位置決めは位置決め具4(図6参照)によって行なう。

【0018】位置決め具4は、取付け具の位置決めピン106と106'の間に案内するマウント112をもっている。安全ケーブル124により、アンピリカル118が位置決め具4に接続されている。位置決め具4上にある一對のくぼみ114、114'がそれぞれ位置決めピン106、106'(図5参照)を受容する。位置決め具は、機械的にラッチシリンダ116と連結されている留め金110、110'によってこの位置に留められる。アンピリカル118を介して受容した低圧水に反応して、留め金110、110'は、位置決め具を取付け具2に対して摺動させるためのスライドベース104(図5参照)にロックする。(以下に詳細に説明する)ノズルクリーニングフィクスチャとTBFクリーニングフィクスチャは取付け具に互換的に載置するのに同一の留め金機構をもっている。

【0019】位置決め具4により、取付け具2の方位と軸位が、低圧水によって駆動されるフィンガシリンダ1

22によって操作される位置決めフィンガ120を用いて決定される。フィンガシリンダ122が引込むと位置決めフィンガ120が伸び、逆にフィンガシリンダ122が伸びると位置決めフィンガ120が引込む。図7を参照すると最も良く分かるが、取付け具は、伸びた位置にある位置決めフィンガ120がインレットミキサー46の二次インレット穴62中に伸びていくように位置決めされる。その後位置決めフィンガ120がその引込んだ位置に向かって回転し、その結果スロットセクション54(図2参照)の内面に突当りようになる。位置決めフィンガが位置決め具の本体に対して回転し続けるときスロットセクションの内面がそれ以上の動きを阻止し、位置決めフィンガは取付け具2を引寄せてインレットミキサーに接触させる。ついでクランプアーム100が図5に示してあるようにインレットミキサーの回りをしっかりとつかむ。その後、位置決めフィンガは、一對の位置決めストップ(図示してない)が接触するまでスライドベース104を引寄せ続ける。次にスライドベース104を正規の位置にロックする。位置決め具4は留め金から外れ、位置決め具上の吊上げ用アイ126(図6参照)と連係するつかみフック128(図7参照)によって持上げられる。

【0020】インレットミキサーノズル52をクリーニングするには、図8に示してあるように、つかみフック128によりノズルクリーニングツール/フィクスチャアセンブリ6を取付け具上の位置まで下げる。アセンブリ6はノズルクリーニングツール130とノズルクリーニングフィクスチャ132をもっている。つかみフック128は低圧冷却材入口(「LPCI」)アダプタ142の持上げ用アイに引掛かる。アダプタ142は剛性のブーメラン状部材であり、ノズルクリーニングフィクスチャ132の正確な位置決めの際となるBWRのLPCIカップリング140を迂回している。

【0021】フィクスチャ132はガイドスロット134をもっており、これは図8で最も高い位置(破線で表示)からインレットミキサー内部のクリーニング位置(実線で表示)までツール130を案内する。このガイドスロットは、ノズルクリーニングツール130が二次インレット開口(図3の62)を介してインレットミキサーに入ることができるように、正確な輸送路を構成する形状をしている。

【0022】このノズルクリーニングツール130を用いてインレットミキサーノズル52の内側の表面をクリーニングする。図9と図10に示されているように、ツール130はクリーニングヘッド144をもっており、このヘッドはクリーニングしようとするノズル52の下にこのヘッドを位置決めする目的で円形軌道に沿って移動することができる。次にクリーニングヘッド144を前記軌道の軸と平行な方向に持上げてクリーニングヘッドをノズル内部に位置決めする。

【0023】図12を参照する。ノズルクリーニングツール130は位置合せドライブ150内部に位置する位置合せモータ149をもっており、このモータはギヤ155、ドライブシャフト156、ユニバーサルジョイント157、およびかさ歯車154bによってかさ歯車154aの軸の回りに位置決めアーム152を回転させる。位置合せモータの電力はアンピリカル138（図8参照）を介して供給される。位置合せモータ149の背後に回転センサ（レゾルバ）151が載置されていて、アンピリカル138を介して角度に関する位置をフィードバックする。

【0024】UHP水はUHPホース136（図8参照）を介してUHP供給口161（図9参照）に供給される。UHP水供給口161はスィベル162（図12参照）に接続されており、UHP水はこのスィベルからUHPチューブ163の一端に供給される。UHPチューブ163の他端はスィベルハウジング164の内部でスィベルに接続されている。次にUHP水はトランスファチューブ165およびチャネル166を介してUHPフィードチューブ160（図13参照）中に流れる。

【0025】位置決めアーム152は固定ナット149を担持しており、このナットはクリーニングヘッド144がその上端に載置されている親ネジ148とねじ結合されている。親ネジ148の軸はかさ歯車154aの回転軸と平行である。位置決めアーム152は、かさ歯車154aの回転軸と親ネジの軸との距離がノズル52の円形配列のピッチ半径に等しくなるような長さにされる。したがって、位置決めアーム152の回転によってクリーニングヘッド144をノズル52のいずれの下にも配向させることができる。

【0026】図14を参照する。トラベリングハウジング146（図9参照）の内部に位置する第二の電動モータ168が親ネジ148を回転させる。この親ネジ駆動モータ168の背後には回転センサ（レゾルバ）173が載置されていてクリーニングヘッドの移動をアンピリカル138（図8参照）を介してフィードバックする。親ネジ148がいずれかの方向に回転すると、クリーニングヘッド144はこれがインレットミキサーノズル52内に入りたり出たりすることができるように上下に動く。

【0027】クリーニングヘッド144は、UHPウォータージェット159（図11参照）の向きを定めるノズル158（図13参照）をもっている。UHP水は固定供給管160によってノズル158に供給される。この供給管はクロスホール167を少なくとも1個もっている。UHP水はクロスホール167から出て、直接かまたは並進UHPチューブ238を介して本体236の内部容積中に入る。固定UHP供給管160を取囲みそれとの間に環状の空間を形成している並進チューブ238は（ネジを切ったポートジョイントにより）本体23

6に結合してこれと流体連通していて、本体236がクロスホール167の高さを越えた点まで上がったときにUHP水が供給管160から並進チューブ238を介して本体236に流れるようになっている。スライドシール240によりチューブ160と238の間の漏れを防ぐ。

【0028】2つの高圧シール232を有するスィベルジョイント242は、サイドポート234を介して本体236の内部容積と、またチャネル244を介して親ネジ148の中空シャフト230（図13参照）と流体連通しており、供給管160からノズル158までのUHP水の通路を完成している。スィベルジョイント242、UHPチューブ238、本体236、モータ168、およびレゾルバ173はすべて、親ネジと共に並進するトラベリングハウジング146の内部に位置している。

【0029】親ネジ148が回転するにつれてUHPウォータージェット159がクリーニングヘッド144上のノズル158を出す（図11参照）。このウォータージェット159はインレットミキサーノズル52の内面上にらせんの経路を描いて走査する。インレットミキサーのスロートセクション（54）、パレルセクション（56）およびフレアセクション（58）（図2参照）をクリーニングするには、図12～14に示されているように、TBFクリーニングツール／フィクスチャアセンブリ8をつかみフック128により取付け具2上の位置に下げる。アセンブリ8はTBFクリーニングツール170とTBFクリーニングフィクスチャ172とをもっている。フィクスチャ172は、LPCIAアダプタ142につながっており、かつ、TBFクリーニングツール170をインレットミキサー46中に導入するための低圧水を供給するTBFフィクスチャアンピリカル192に結合している。アンピリカル192はつかみケーブル129に担持されており、このケーブルはLPCIAアダプタ142を支えている。

【0030】アンピリカルアセンブリ194はTBF回転モータ196（およびこれに接続したレゾルバ）と、TBFクリーニングツール170に接続されたアンピリカル198とを含んでいる。ドライブスプロケットモータ192が故障した場合にアンピリカルアセンブリを持上げるためのつかみフックの吊上げ用アイ204が設けられている。アンピリカル198は、UHP水をTBFクリーニングツールに供給するためのホース200、低圧水を集中アームに供給するためのホース201、およびTBFクリーニングツールを回転させるための回転ドライブケーブル202を含んでいる（図17参照、ただし図17では回転センサケーブルが見えない）。回転ドライブケーブル202はTBF回転モータ196によって駆動される（図15参照）。

【0031】TBFクリーニングフィクスチャ172中

にはTBFクリーニングツール170をインレットミキサー46中に挿入するための装置が組込まれているが、これにはギヤボックス208とドライブチェーン210によってドライブスプロケット206を駆動するTBF回転モータ204が含まれている(図15参照)。モータ204に結合した回転センサ(レゾルバ)205により中央コンピュータに対するフィードバックが得られる。TBFツールアンピリカル198は半可撓性ジャケット212内に入れられている。このジャケットは、設置およびクリーニングの間UHP導管を回転させTBFフィクスチャを上下に押すことができるようなサポートとなるように設計されている。サポートローラ214が回転可能部材216上に載置され、この回転可能部材はジャケット212をドライブスプロケット206に接触させるように偏っている。このジャケット212はドライブスプロケット206上の歯と噛み合う手段を持っており、そのため、ジャケット212とこれに結合しているTBFクリーニングツール170はドライブスプロケット206の回転に忠実に動く。一對の調整スライド218により、TBFクリーニングツール170がインレットミキサー内への挿入に適した角度に配向される。TBFクリーニングツール170はガイドローラ220によって二次インレット開口62内に案内される。

【0032】二次インレット開口を通して挿入された後TBFクリーニングツール170は、第一と第二の複数の集中アーム178a、178bによってインレットミキサー内で中心に合せられる。これら集中アームにより、第一の高さと第二の高さのところで円周方向に分配された支持点が得られる。図18に示した好ましい具体例によると、各々3つの集中アームが等しい角度(すなわち120度)で回転可能のように取付けられている。各集中アームはその末端にひとつずつローラをもっている。すなわち、アーム178aはローラ224aを、アーム178bはローラ224bをもっている。これらのローラ224a、224bは、TBFクリーニングツール170が駆動モータ204により次第に下げられるにつれてインレットミキサーの内面上を軸方向に転がるように配置されており、そのためクリーニングツールとインレットミキサーとの間の摩擦が低下する。

【0033】図19で、アーム178aと178bは固定ハウジング258に回転可能のように取付けられている。アーム178bは低圧水により駆動されるピストン264によって伸長される。このピストンはアーム178bのくぼみとそれぞれ結合するピン256を担持している。ピストン264はピストン265に接続されており、このピストン265はハウジング258内を摺動することによってスプリング260を圧縮する。スプリング260によりピストン254が押され、このピストン254は、アーム178aを伸長させるためにピストン254のピン256'がこのアームのくぼみとそれぞれ

結合する位置まで、ネジ付シャフト250上を摺動する。アーム178aと178bは、インレットミキサーの内面に突当たってさらに回転することができなくなるまでそれぞれ独立に回転する。駆動用の低圧水を抜くとピストン264はスプリング262によってその出発位置まで押戻され、そのためアーム178bが引込められる。同様に、ピストン264に接続されているネジ付シャフト250が後退し、ナット252がスプリング260の抵抗に打勝ってピストン254をその出発位置に戻し、これによりアーム178aも引込められる。

【0034】TBFクリーニングツール170はローターアーム176の端に組込まれた1個(以上)のUHPウォータージェットノズル174をもっている。このローターアーム176は、回転ドライブケーブル202によって回転させられる回転スイベルハウジング222に回転可能に取付けられている。スイベルハウジング222と結合した回転センサ(レゾルバ)219により中央コンピュータにフィードバックが送られる。TBFクリーニングツールのUHPウォータージェットはスイベルハウジングの軸に対してずれた位置から出るので、このジェットの推進力はスイベルハウジングの回転を補助する役目を果たす。このジェット推進力は充分に高いので、TBF回転ドライブケーブル202が所望の回転スピードを遅らせたり維持したりする役目を果たす。ウォータージェットノズル174を軸方向に移動したその各々の位置でスイベルハウジング/ローターアームアセンブリが360°回転する。このようにして軸方向に少しずつ進めると共に360°回転させることを繰返すことによって、インレットミキサーのスロットセクション、パレルセクションおよびフレアセクションの内面をUHPウォータージェット出水ノズル174でクリーニングすることができる。

【0035】ローターアーム176はスイベルハウジング222に関して方位面で回転可能である。このTBFクリーニングノズル174を使用してインレットミキサーのフレアセクション58(図2参照)をクリーニングしようとする場合は、ローターアーム176の傾き角をフレアセクションの半径に応じて変化させてクリーニングしようとする内面に近接してノズル174を確実に維持するのが望ましい。これは、以下に述べるように、集中アーム178bをローターアーム176に機械的に連結することによって行なわれる。

【0036】図17を参照する。TBFクリーニングツールは、ベアリング(図示してない)を介してピストンハウジング258に載置された回転スリーブ223をもっている。スイベルハウジング222と回転スリーブ223は同調して回転するが、スイベルハウジング222は回転スリーブ223に対してその相対位置を変えることができる。スイベルハウジング222はピストン264(図19参照)に結合されていて、ピストンが駆動さ

れて集中アームを伸長させるとスイベルハウジングが回転スリーブ223の方に動くようになっている。

【0037】ローターアーム176はスイベルハウジング222に設けられているピボット221の回りで旋回可能である。ローターアーム176のノズル174とは反対側の端は、機械連結225によって回転スリーブ223に結合されている。したがって、スイベルハウジング222がピストン264と同調して変位するとき、回転スリーブが機械連結225の一端を固定維持する。すると、機械連結225の他端はピボット221に対して変位し、その結果ローターアーム176はピストン変位の関数として、たとえば角位置Bから角位置Aに回転することになる。

【0038】TBFクリーニングツールのインレットミキサー内への挿入が容易になるように、ローターアーム176と集中アーム178aおよび178bは(図15に破線で示されているように)引込んだ位置に配置されている。単に例示の目的でのみ好ましい具体例について詳細に説明した。ここに開示した具体例の変形や修正は機械工学の当業者には明らかであろう。たとえば、集中アームの数は3本より多くてもよいことは明白である。またTBFクリーニングツールにはひとつより多くのローターアームを設けることが可能であろう。さらに電動モーターの代わりに低圧水で駆動されるモーターを使用することができる。そのような変形と修正はすべて添付の特許請求の範囲に含まれるものとする。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のBWRの概略を示す一部切欠いた透視図である。

【図2】従来のインレットミキサーの部分断面図である。

【図3】図2のインレットミキサーを線2B-2Bで切った断面図である。

【図4】本発明のクリーニング装置のサポートシステムを示す概略図である。

【図5】本発明による取付け具の平面図である。

【図6】本発明による位置決め具の側面図である。

【図7】図6の位置決め具を図5の取付け具に載せた状態を示す図である。この取付け具は図2のインレットミキサーに取付けられている。

【図8】本発明の好ましい具体例によるノズルクリーニングツール/フィクスチャセンブリを示す図である。

【図9】クリーニングしようとするインレットミキサーノズルに対して引込んだ位置にある図8のノズルクリーニングツールを示す側面図である。

【図10】クリーニングしようとするインレットミキサーノズルに対して伸びた位置にある図8のノズルクリーニングツールを示す側面図である。

【図11】図10に示したクリーニングヘッドの拡大図である。

【図12】図8に示したノズルクリーニングツールの一部分の組立て図である。

【図13】図8に示したノズルクリーニングツールの一部分の組立て図である。

【図14】図8に示したノズルクリーニングツールの一部分の組立て図である。

【図15】本発明の別の好ましい具体例によるTBFクリーニングツール/フィクスチャセンブリを示す図であり、このツールをインレットミキサー中に挿入する前の図である。

【図16】図15に示したTBFクリーニングツール/フィクスチャセンブリのサイドプレートを除いた状態を示す拡大図である。

【図17】図16に示したTBFクリーニングツールの(集中アームが伸びた状態を示す)側面図である。

【図18】図16に示したTBFクリーニングツールの(集中アームが伸びた状態を示す)平面図である。

【図19】図16に示したTBFクリーニングツールの一部分の組立て図である。

【符号の説明】

- 2 取付け具
- 4 位置決め具
- 6 ノズルクリーニングツール/フィクスチャセンブリ
- 8 TBFクリーニングツール/フィクスチャセンブリ
- 10 原子炉圧力容器RPV
- 20 炉心
- 22 燃料集合体
- 46 インレットミキサー
- 52 ノズルセクション
- 54 スロットセクション
- 56 パレルセクション
- 58 フレアセクション
- 62 二次インレット開口
- 130 ノズルクリーニングツール
- 132 ノズルクリーニングフィクスチャ
- 134 ガイドスロット
- 144 クリーニングヘッド
- 148 親ネジ
- 149 固定ナット
- 158 ノズル
- 159 ウォータージェット
- 168 親ネジ駆動モータ
- 170 TBFクリーニングツール
- 172 TBFクリーニングフィクスチャ
- 173、205、219 回転センサ
- 174 UHPウォータージェットノズル
- 176 ローターアーム
- 178a、178b 集中アーム

(9)

特開平7-55986

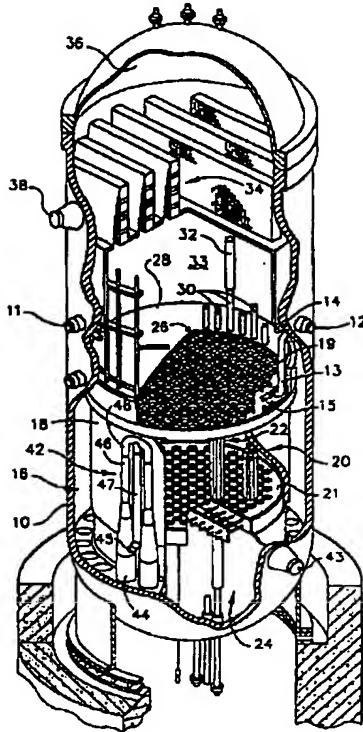
15

204 TBF回転モータ  
221 ピボット

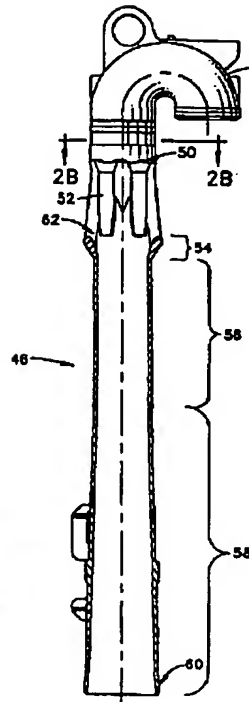
16

222 回転スライベルハウジング  
230 中空シャフト

【図1】



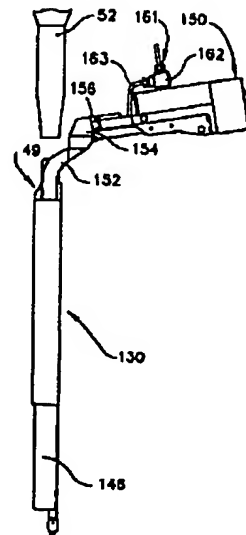
【図2】



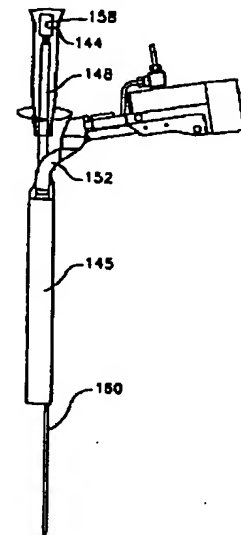
【図3】



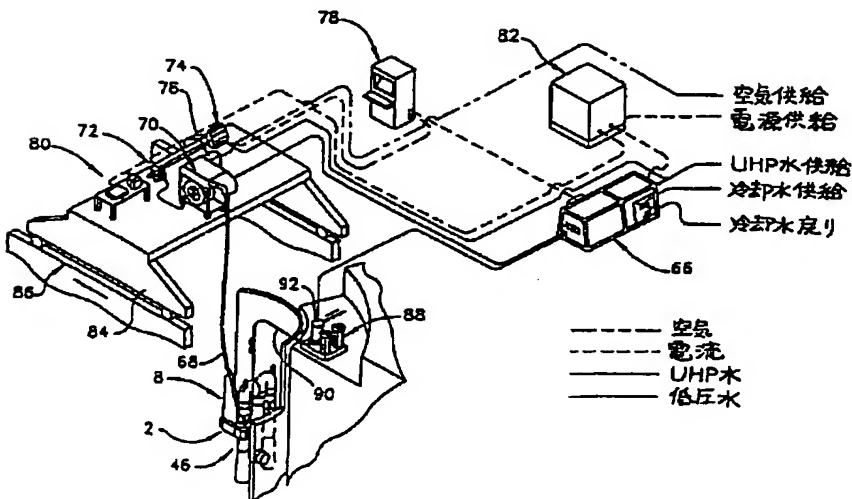
【図9】



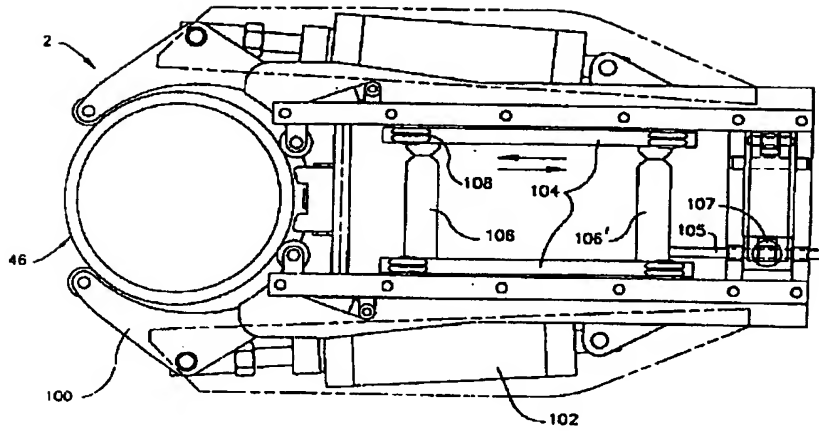
【図10】



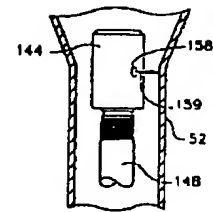
【図4】



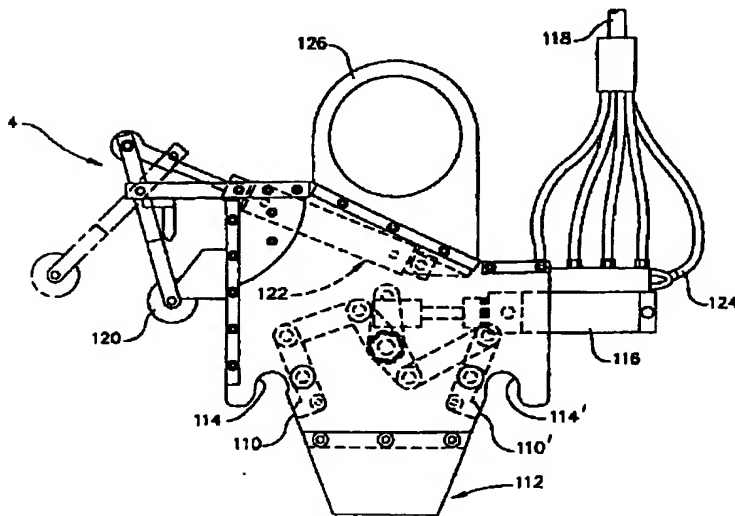
【図5】



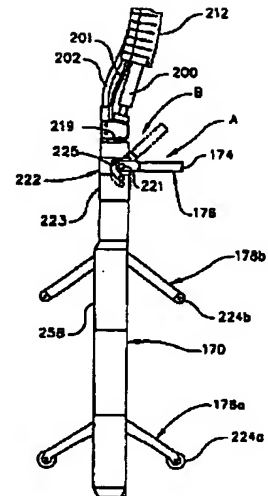
【図11】



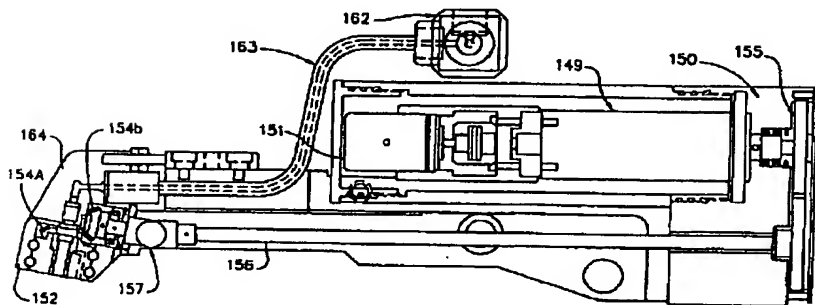
【図6】



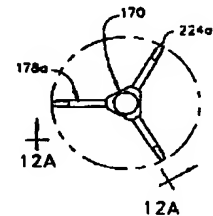
【図17】



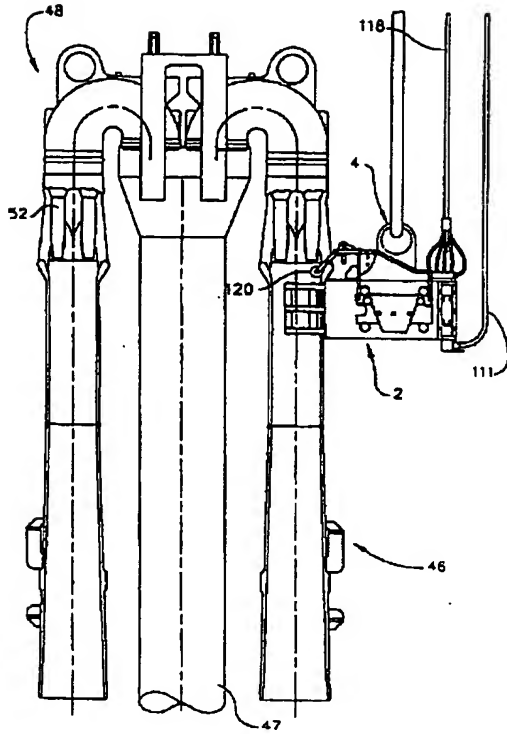
【図12】



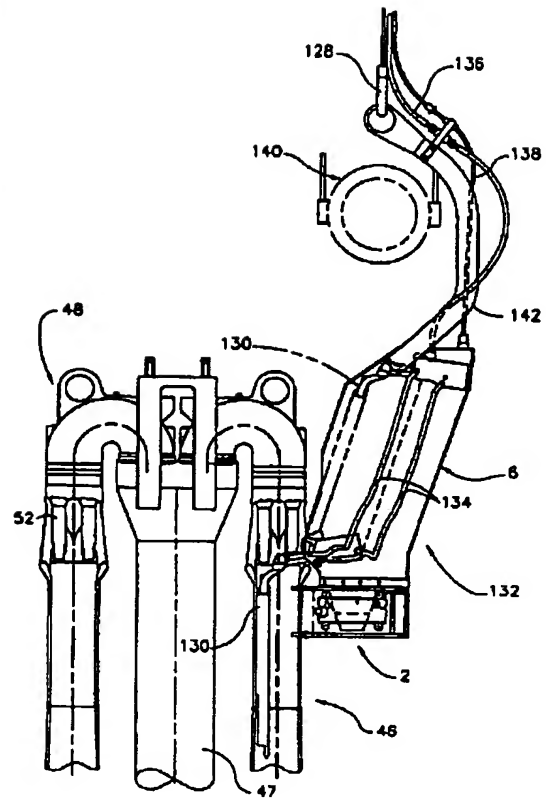
【図18】



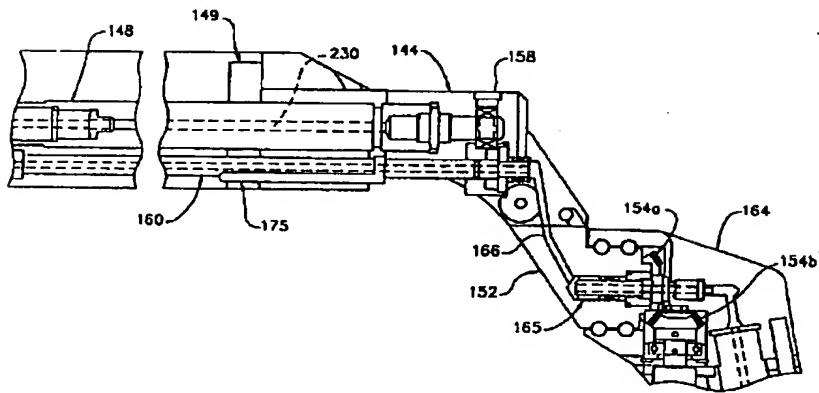
【図7】



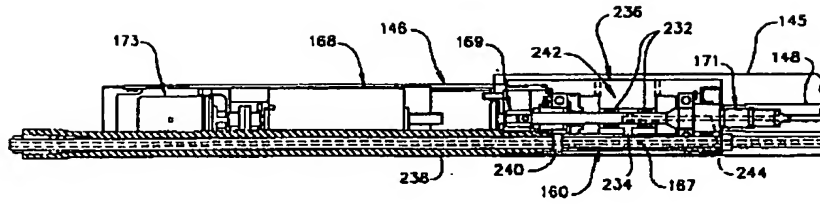
【図8】



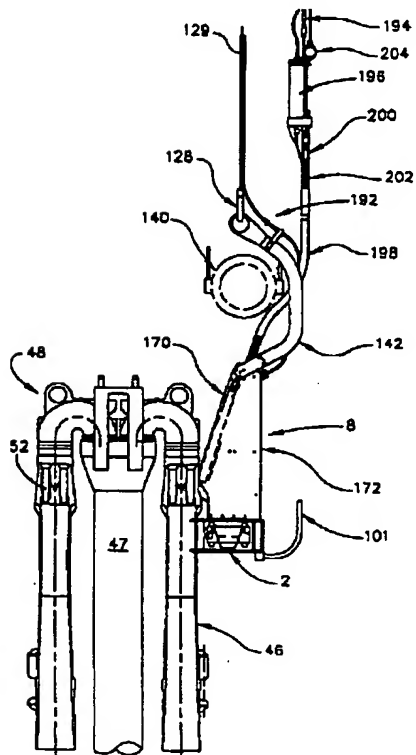
【図13】



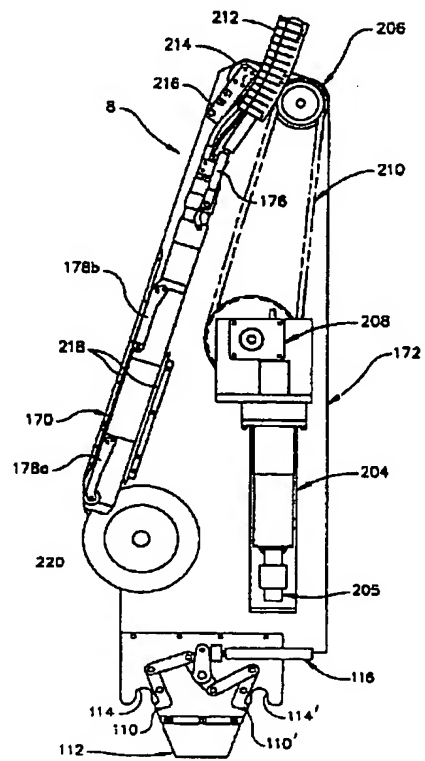
【図14】



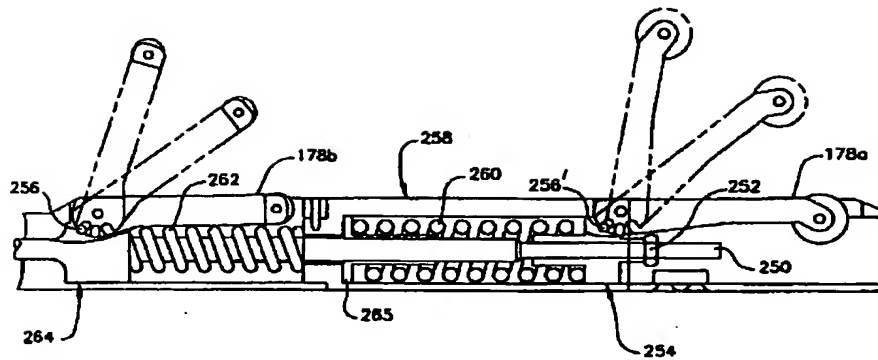
【図15】



【図16】



【図19】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ジェームス・エドワード・チャーンリイ  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ギル  
ロイ、ハイド・パーク、6360番
- (72)発明者 マイケル・チェスター・マクドナルド  
アメリカ合衆国、ワシントン州、サムノー  
ル、トゥーハンドレッドアンドデンス・ア  
ベニュー・イースト、2605番
- (72)発明者 デビット・エドワード・スティーレル  
アメリカ合衆国、ワシントン州、シアト  
ル、エヌ・ダブリュ・エイティーフォー  
ス・ストリート、103番

- (72)発明者 ガナー・ビゴー・バトベット  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ロ  
ス・ゲイトス、ロジャース・ロード、60番
- (72)発明者 デビット・エイチ・ボゼル  
アメリカ合衆国、ワシントン州、ピュアラ  
ップ、ナインティース・アベニュー・イー  
スト、9911-1/2 (番地なし)
- (72)発明者 ボール・エイチ・タチェロン  
アメリカ合衆国、ワシントン州、ケント、  
コピントン・ソウヤー・ロード、17533番